

Übungen zur Vorlesung „Astronomie und Astrophysik 1“, WS 2021/22

4. Übungsblatt vom 01.12.2021

Abgabe der schriftlichen Aufgabe: Dienstag, 08.12.2021, nach der Vorlesung oder bis spätestens 17:00 elektronisch an patric.rommel@itp1.uni-stuttgart.de

Aufgabe 11: Zusammensetzung von Neutronensternen**(freiwillig schriftlich 5 Punkte)**

Wieviel Prozent eines ungeladenen Neutronensternes mit dem Radius $R = 10^4$ m und der Masse $M = 1,4 M_{\odot} = 2,8 \cdot 10^{30}$ kg müssen aus Elektronen und Protonen bestehen, damit der Stern gegen Neutronenzerfall $n \rightarrow p + e^{-} + \bar{\nu}_e$ stabil ist?

$$m_p = 1,672\,649 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 938,278 \text{ MeV}/c^2,$$

$$m_n = 1,674\,955 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 939,573 \text{ MeV}/c^2,$$

$$m_e = 9,109\,54 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 511,003 \text{ keV}/c^2.$$

Aufgabe 12: Abbremsung eines Neutronensterns**(schriftlich) 10 Punkte**

Ein homogen magnetisierter rotierender Neutronenstern (senkrechter Rotator) emittiert magnetische Dipolstrahlung und wird dadurch allmählich abgebremst. Die abgestrahlte Leistung berechnet sich zu $\bar{S} = \frac{\epsilon_0}{6\pi c} \omega^4 m_0^2$ (m_0 : magnetisches Moment). Berechnen Sie den Zusammenhang zwischen der Polfeldstärke B_0 ($= 2m_0/R^3$), der Rotationsperiode P und ihrer Ableitung \dot{P} , indem Sie die zeitliche Änderung der Rotationsenergie $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2$ mit der Abstrahlung \bar{S} gleichsetzen.

Welches Polmagnetfeld ergibt sich für den Crab-Pulsar, wenn Sie für I das Trägheitsmoment einer homogenen Vollkugel mit 1,5 Sonnenmassen und einem Radius von 10 km verwenden? Daten vom 15.11.2020 ¹: $P = 0,033781965$ s, $\dot{P} = 4,1987485 \times 10^{-13}$ s/s.

Aufgabe 13: Millisekundenpulsare**(freiwillig schriftlich 4 Punkte)**

Für einen extrem kurzperiodischen Pulsar werden eine Periode von $P = 1,557806$ ms und eine Periodenänderung von $\dot{P} = 1,0508 \cdot 10^{-19}$ s/s gemessen.

a) Suchen Sie auf dem Klavier denjenigen Ton, dessen Frequenz der des Pulsars am nächsten liegt. Der Kammerton a' hat 440 Hz.

b) Nach welcher Zeit „singt“ bei gleichbleibendem \dot{P} der Pulsar um einen halben Ton tiefer? (Anmerkung: 1 Oktave $\hat{=}$ 12 Halbtonschritte $\hat{=}$ Frequenzverdopplung)

¹<http://www.jb.man.ac.uk/pulsar/crab.html>